



PUTONG GAODENG JIAOYU GONGYE SHEJI ZHUANYE

“SHIERWU” GUIHUA JIAOCAI

普通高等教育工业设计专业“十二五”规划教材

丛书主编 刘振生 丛书主审 李世国

Product System Design

产品系统设计

李奋强 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等教育工业设计专业“十二五”规划教材

产品系统设计

李奋强 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本教材从系统方法论的角度出发,首先论述了系统的基本概念,然后,从设计活动分析入手详细论述了系统设计思想方法和设计流程,从宏观上对影响产品系统环境方面的主要因素进行了分析,从产品整体自身分析了其基本组成要素,最后进行产品系统综合创新。全书共分8章,包括系统设计基础、系统设计思想方法、产品宏观分析(外部因素)、产品设计定位、产品构造解析(内部要素)、产品设计调研、产品整合设计和产品款型设计。教材突出产品系统设计概念的理解和基本设计方法的可操作性,从内容到形式表达有完整的指导材料和操作流程。

本教材适用于工业设计、产品设计、艺术设计专业的高校师生和从事产品设计的技术工作者、企业产品规划人员以及产品设计爱好者。

图书在版编目(CIP)数据

产品系统设计 / 李奋强编著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2013.1
普通高等教育工业设计专业“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5170-0341-0

I. ①产… II. ①李… III. ①产品设计—系统设计—高等学校—教材 IV. ①TB472

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第304152号

书 名	普通高等教育工业设计专业“十二五”规划教材 产品系统设计
作 者	李奋强 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	210mm×285mm 16开本 18印张 456千字
版 次	2013年1月第1版 2013年1月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	39.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

丛书编写委员会

主任委员：刘振生 李世国

委 员：（按拼音排序）

包海默	陈登凯	陈国东	陈江波	陈晓华	陈 健	陈思宇
杜海滨	董佳丽	段正洁	樊超然	方 迪	范大伟	傅桂涛
巩淼森	顾振宇	郭茂来	何颂飞	侯冠华	胡海权	姜 可
焦宏伟	金成玉	金 纯	喇凯英	兰海龙	李德君	李奋强
李 锋	李光亮	李 辉	李华刚	李 琨	李 立	李 明
李 杨	李 怡	梁家年	梁 莉	梁 珣	刘 驰	刘 婷
刘 刚	刘 军	刘青春	刘 新	刘 星	刘雪飞	卢 昂
卢纯福	卢艺舟	罗玉明	马春东	马 彧	米 琪	聂 茜
彭冬梅	邱泽阳	曲延瑞	任新宇	单 岩	沈 杰	沈 楠
孙 浩	孙虎鸣	孙 巍	孙巍巍	孙颖莹	孙远波	孙志学
孙正广	唐 智	田 野	王俊民	王俊涛	王 丽	王丽霞
王少君	王艳敏	王一工	王英钰	王永强	邬琦姝	奚 纯
肖 慧	熊文湖	许 佳	许 江	许 坤	薛 川	薛 峰
薛 刚	薛文凯	谢天晓	严 波	杨 梅	杨骁丽	杨 翼
姚 君	叶 丹	余隋怀	余肖红	袁光群	袁和法	张 焱
张 安	张春彬	张东生	张寒凝	张 建	张 娟	张 莉
张 昆	张庶萍	张宇红	赵 锋	赵建磊	赵俊芬	钟 蕾
周仕参	周晓江	周 莹				

普通高等教育工业设计专业“十二五”规划教材 参编院校

清华大学美术学院
江南大学设计学院
北京服装学院
北京工业大学
北京科技大学
北京理工大学
大连民族学院
鲁迅美术学院
上海交通大学
杭州电子科技大学
山东工艺美术学院
山东建筑大学
山东科技大学
东华大学
广州大学
河海大学
南京航空航天大学
郑州大学
长春工程学院
浙江农林大学
兰州理工大学
辽宁工业大学

天津理工大学
哈尔滨理工大学
中国矿业大学
佳木斯大学
浙江理工大学
青岛科技大学
中国海洋大学
陕西理工大学
嘉兴学院
中南大学
杭州职业技术学院
浙江工商职业技术学院
义乌工商学院
郑州航空工业管理学院
中国计量学院
中国石油大学
长春工业大学
天津工业大学
昆明理工大学
北京工商大学
扬州大学
广东海洋大学

本册作者简介

李奋强 副教授，甘肃省金塔县人，汉族
兰州理工大学设计艺术学院副教授
兰州理工大学工业设计研究所所长

中国工业设计协会理事

中国机械工程学会工业设计专业委员会理事

中国高等教育摄影专业委员

擅长指导汽车等交通工具类及家用电器产品的造型设计。研究方向为设计学、产品系统设计、品牌形象设计。

序

Foreword

工业设计的专业特征体现在其学科的综合性、多元性及系统复杂性上，设计创新需符合多维度的要求，如用户需求、技术规则、经济条件、文化诉求、管理模式及战略方向等，许许多多的因素影响设计创新的成败，较之艺术设计领域的其他学科，工业设计专业对设计人才的思维方式、知识结构、掌握的研究与分析方法、运用专业工具的能力，都有更高的要求，特别是现代工业设计的发展，在不断向更深层次延伸，愈来愈呈现出与其他更多学科交叉、融合的趋势。通用设计、可持续设计、服务设计、情感化设计等设计的前沿领域，均表现出学科大融合的特征，这种设计发展趋势要求我们对传统的工业设计教育做出改变。同传统设计教育的重技巧、经验传授，重感性直觉与灵感产生的培养训练有所不同，现代工业设计教育更加重视知识产生的背景、创新过程、思维方式、运用方法，以及培养学生的创造能力和研究能力，因为工业设计人才的能力是发现问题、分析问题和解决问题的能力综合构成的，具体地讲就是选择吸收信息的能力、主体性研究问题的能力、逻辑性演绎新概念的能力、组织与人际关系的协调能力。学生们这些能力的获得，源于系统科学的课程体系和渐进式课程设计。十分高兴的是，即将由中国水利水电出版社出版的“普通高等教育工业设计专业‘十二五’规划教材”，有针对性地为工业设计课程教学的教师和学生增加了学科前沿的理论、观念及研究方法等方面的知识，为通过专业课程教学提高学生的综合素质提供了基础素材。

这套教材从工业设计学科的理论建构、知识体系、专业方法与技能的整体角度，建构了系统、完整的专业课程框架，此一种框架既可以被应用于设计院校的工业设计学科整体课程构建与组织，也可以应用于工业设计课程的专项知识与技能的传授与培训，使学习工业设计的学生能够通过系统性的课程学习，以基于探究式的项目训练为主导、社会化学习的认知过程，学习和理解工业设计学科的理论观念，掌握设计创新活动的程序方法，构建支持创新的知识体系并在项目实践中完善设计技能，“活化”知识。同时，这套教材也为国内众多的设计院校提供了专业课程教学的整体框架、具体的课程教学内容以及学生学习的途径与方法。

这套教材的主要成因，缘起于国家及社会对高质量创新型设计人才的需求，以及目前我国新设工业设计专业院校现实的需要。在过去的二十余年里，我国新增数百所设立工业设计专业的高等院校，在校学习工业设计的学生人数众多，亟须系统、规范的教材为专业教学提供支撑，因为设计创新是高度复杂的活动，需要设计者集创造力、分析力、经验、技巧和跨学科的知识于一体，才能走上成功的路径。这样的人才培养目标，需要我们的设计院校在教育理念和哲学思考上做出改变，以学习者为核心，所有的教学活动围绕学生个体的成长，在专业教学中，以增进学生们的创造力为目标，以工业设计学科的基本结构为教学基础内容，以促进学生再发现为学习的途径，以深层化学习为方法、以跨学科探究为手段、以个性化的互动为教学方式，使我们的学生在高校的学习中获得工业设计理论观念、

专业精神、知识技能以及国际化视野。这套教材是实现这个教育目标的基石，好的教材结合教师合理的学程设计能够极大地提高学生们的学习效率。

改革开放以来，中国的发展速度令世界瞩目，取得了前人无以比拟的成就，但我们应当清醒地认识到，这是以量为基础的发展，我们的产品在国际市场上还显得竞争力不足，企业的设计与研发能力薄弱，产品的设计水平同国际先进水平仍有差距。今后我国要实现以高新技术产业为先导的新型产业结构，在质量上同发达国家竞争，企业只有通过设计的战略功能和创新的技术突破，创造出更多、自主品牌价值，才能使中国品牌走向世界并赢得国际市场，中国企业也才能成为具有世界性影响的企业。而要实现这一目标，关键是人才的培养，需要我们的高等教育能够为社会提供高质量的创新设计人才。

从经济社会发展的角度来看，全球经济一体化的进程，对世界各主要经济体的社会、政治、经济产生了持续变革的压力，全球化的市场为企业发展提供了广阔的拓展空间，同时也使商业环境中的竞争更趋于激烈。新的技术及新的产品形式不断产生，每个企业都要进行持续的创新，以适应未来趋势的剧烈变化，在竞争的商业环境中确立自己的位置。在这样变革的压力下，每个企业都将设计创新作为应对竞争压力的手段，相应地对工业设计人员的综合能力有了更高的要求，包括创新能力、系统思考能力、知识整合能力、表达能力、团队协作能力及使用专业工具与方法的能力。这样的设计人才规格诉求，是我们的工业设计教育必须努力的方向。

从宏观上讲，工业设计人才培养的重要性，涉及的不仅是高校的专业教学质量提升，也不仅是设计产业的发展和企业的效益与生存，它更代表了中国未来发展的全民利益，工业设计的发展与时俱进，设计的理念和价值已经渗入人类社会生活的方方面面。在生产领域，设计创新赋予企业以科学和充满活力的产品研发与管理机制；在商业流通领域，设计创新提供经济持续发展的动力和契机；在物质生活领域，设计创新引导民众健康的消费理念和生活方式；在精神生活领域，设计创新传播时代先进文化与科技知识并激发民众的创造力。今后，设计创新活动将变得更加重要和普及，工业设计教育者以及从事设计活动的组织在今天和将来都承担着文化和社会责任。

中国目前每年从各类院校中走出数量庞大的工业设计专业毕业生，这反映了国家在社会、经济以及文化领域等方面发展建设的现实需要，大量的学习过设计创新的年轻人在各行各业中发挥着他们的才干，这是一个很好的起点。中国要由制造型国家发展成为创新型国家，还需要大量的、更高质量的、充满创造热情的创新设计人才，人才培养的主体在大学，中国的高等院校要为未来的社会发展提供人才输出和储备，一切目标的实现皆始于教育。期望这套教材能够为在校学习工业设计的学生及工业设计教育者提供参考素材，也期望设计教育与课程学习的实践者，能够在教学应用中对它做出发展和创新。教材仅是应用工具，是专业课程教学的组成部分之一，好的教学效果更多的还是来自于教师正确的教学理念、合理的教学策略及同学习者的良性互动方式上。



2011年5月

于清华大学美术学院

前言

Preface

企业生产的产品需要优化以降低成本，需要提高产品的竞争优势和市场占有率。对于产品成本问题，最基本的解决方法是扩大生产规模和实行标准化。扩大生产规模可以通过注入新资金解决，而实行标准化就是系统设计思想方法的具体体现。提高产品的竞争优势有多种途径，如提高可靠性、增加产品功能，提高产品性能、改善操作界面、提高产品的外观欣赏价值等；提高产品的市场占有率则可以通过增加花色品种、提供用户体验服务、最大限度地满足用户个性化需求等方法实现。上述方法途径也都是产品系统设计所研究的内容。

在解决产品问题的构想活动中，需要面对和处理一系列复杂问题。从产品内部需要处理产品整体与零部件、零部件与结构、功能与结构、造型与结构、交互界面与结构、材料选择、工艺结构、色彩装饰，以及诸如性能、可靠性、寿命、成本等。从产品外部环境对产品影响的因素方面，需要处理产品对使用环境的适应性、产品在市场中的定位、产品当前的技术水平与标准问题、产品当前的流行趋势、产品的使用方式、产品的维护、产品的适用人群、产品的价格、产品的经济效益等。就产品活动本身来说，经营管理的决策者、产品开发的设计者、批量生产的制造者、市场营销的销售者、消费市场的使用者对新产品目标的认识、理解、分析、判断水平都会影响和决定新产品方案。

设计是一种有目标的活动，在达到这个目标的活动过程中，所采用的方法是保证设计过程顺利进行的前提。产品的设计过程往往不是一种线性的发展过程，而是一个多层次、多方面的系统工程。设计的过程包括了搜寻、分析、构思、创造、综合、表达、检验、反馈、发展等阶段。科学的设计方法立足于系统地、动态地解决设计过程中出现的各类课题，系统的设计方法可以产生具体、明确的步骤和有针对性的解决方法。建立在工业化生产基础上的产品设计的重要前提是标准化，而系统设计思想则是在标准化思想的基础上发展而来。所不同的是：标准化要求产品各部件或某些种类的产品之间建立一种联系，主要是出自制造过程的需要；而系统设计则是使产品内部结构要素置于相互影响和相互制约中，以可互换和可互补的方式实现使用功能的灵活性和款型变化的多样性。

有关产品设计与产品开发的著述众多。本书的核心价值是应用系统科学思想方法的精髓（事物的有机联系和变化发展）解决产品设计问题。本书编写的体系框架由系统基础、系统思想方法及产品系统设计的体系组成。

(1) 系统基础及系统设计思想方法。

(2) 产品规划=产品宏观分析+设计。

其中，产品宏观因素包括：人、经济、社会、文化、生态、科技、产品生命周期等。

(3) 产品定位=产品市场分析+设计。

其中，产品市场因素包括：目标定位、市场定位、产品定位、功能定位、品牌定位、用户定位、

竞争者定位、款型定位、价格定位等。

(4) 产品开发=产品综合分析+综合设计。其中：产品综合分析包括产品整体分析和产品构造分析。

产品整体分析：产品信息、功能识别、基准选择、结构分解。

产品构造分析：产品要素、功能、结构、形态、操控等。

产品综合设计：产品综合及产品整合设计（产品体系结构、平台、模块、标准）、产品款型设计（款式、型号、系列化）。

本教材在建立了产品系统设计的基础知识框架后，论述了系统设计的多元思想，将功能设计思想作为系统设计的主导思想。把产品宏观环境、产品目标市场和产品整体（包括产品构成要素）作为产品系统的三个层面，形成了一个完整的系统研究体系。

本教材是应用系统科学思想方法指导产品设计的高校工业设计专业教科书。本教材对编写体系框架内涉及的大部分问题都有论述，且主要围绕设计活动展开。限于篇幅及时间，抑或本书的定位，对生产制造、市场营销、市场消费活动并未深涉。本书试图建立产品自身以及产品系统所涉及的整体的系统设计分析方法以及产品系统综合创新方案流程，通过大量的产品设计案例展现了系统的思想方法以及设计流程。对于新产品开发如何从功能分析进入结构设计，对于已有产品的结构优化、外观技术美学分析、人机系统的协调等都有相应的内容加以说明。对于产品的标准化、模块化、平台化、系列化等都有系统详尽的论述。伴随着企业的不断壮大，在产品开发方面如何增加花色品种、如何提升企业的品牌知名度，特别是保持家族特征，维护企业核心价值，都有相应章节尽可能详细论述。

产品系统设计最重要的是两点：一是从整体的、有联系的方法论上，宏观把握复杂事物；二是分系统结构、分层次、分元素，将复杂事物分解到最简来处理。也就是系统综合方法和系统分析方法。由于系统设计方法论是上升到设计的哲学高度来认识问题，涉及的因素庞杂繁多，体系复杂，因此我们把产品系统设计作为工业设计专业高年级开设的一门专业必修课。

设计师要了解业主的开发意图，同时也要深入社会实践，调查分析真正的社会需求，在系统而又完整的需求意识驱动下完成新的满足需求的构想。业主要从品牌定位的大前提下，规划产品的品种、系列，同时要打造和保护企业的品牌形象，遵循产品系列化开发规律，为新产品设计保驾护航。对于设计师、工程师、管理人员、高层决策者，本书都有值得学习和参考的内容。

本教材经过8年的试用，不断完善，并尽可能反映最新的研究成果，希望能为新产品开发及产品的系统设计工作发挥作用。同时也希望本教材能成为工业设计专业学生喜爱的教学用书。

鉴于笔者阅历、知识结构、认识水平的限制，以及时间比较仓促，书中难免会出现一些错误和纰漏，敬请广大读者批评指正。

本书得到了兰州理工大学2010年规划教材立项资助。

编者

2011年8月

目录

Contents

序

前言

第 1 章	系统设计基础	1
1.1	系统的概念	1
1.2	系统的组织	3
1.3	系统功能与系统环境	8
1.4	系统的属性	10
1.5	系统的特征	11
第 2 章	系统设计思想方法	12
2.1	设计活动分析	13
2.2	设计系统分析	18
2.3	系统设计思想	19
2.4	系统方法论	32
2.5	系统分析法	35
2.6	系统综合法	39
2.7	原型化方法	47
2.8	产品开发系统设计流程	51
第 3 章	产品宏观分析（外部因素）	59
3.1	产品生命周期分析	59
3.2	人的因素与产品开发	68
3.3	经济因素与产品开发	71
3.4	社会因素与产品开发	75
3.5	文化因素与产品开发	82
3.6	生态因素与产品开发	90
3.7	科技因素与产品开发	95

第 4 章 产品设计定位	100
4.1 产品市场调研分析	100
4.2 产品市场定位	108
4.3 产品定位	111
4.4 产品品牌定位	114
4.5 产品竞争定位	120
4.6 产品消费者定位	124
4.7 产品功能定位	128
4.8 产品款型定位	131
4.9 产品价格定位	134
第 5 章 产品构造解析（内部要素）	139
5.1 产品及产品构造	139
5.2 产品功能概述	142
5.3 产品功能分析	148
5.4 产品结构分析	153
5.5 产品形态分析	158
5.6 产品人机系统分析	163
第 6 章 产品设计调研	170
6.1 产品信息调查	170
6.2 产品功能识别	178
6.3 产品基准选择	182
6.4 产品结构分解	186
6.5 产品检测报告	190
6.6 产品设计说明	196
第 7 章 产品整合设计	202
7.1 产品综合概述	202
7.2 产品综合设计模式	204
7.3 产品整合	207
7.4 产品体系结构	208
7.5 产品平台整合构造	212
7.6 产品模块化概述	216
7.7 产品模块化设计方法	222

7.8 产品标准化	226
7.9 产品标准化方式	230
7.10 产品规格说明	232
第 8 章 产品款型设计	237
8.1 产品款型概述	237
8.2 产品款型设计方法	238
8.3 产品形态演化方式	245
8.4 产品系列化概念	249
8.5 产品系列化设计类型	251
8.6 产品系列化设计方法	254
8.7 制定产品参数系列	260
8.8 编制产品系列型谱	262
附录 产品系统设计案例选	264
参考文献	273
后记	274

系统设计基础

系统论不仅为现代科学的发展提供了理论和方法,而且也为解决现代社会中的政治、经济、军事、科学、文化等方面的各种复杂问题提供了方法论的基础。系统论反映了现代科学发展的趋势,反映了工业化大生产的特点,反映了现代社会生活的复杂性,所以它的理论和方法能够得到广泛的应用。系统观念正渗透到每个领域,系统论在工业设计教育以及产品开发方面也得到了广泛的应用。产品系统设计就是系统科学在设计学领域里的应用。

1.1 系统的概念

1.1.1 系统的定义

系统(英文“System”)一词,来源于古希腊语,意思是由部分组成整体。系统概念的基本体系主要包括系统、要素、结构、子系统、系统层次、系统功能、系统环境等。

今天人们从各种角度研究系统,对系统下的定义不下几十种。如“系统是诸元素及其顺常行为的给定集合”,“系统是有组织的和被组织化的全体”,“系统是有联系的物质和过程的集合”,“系统是许多要素保持有机的秩序,向同一目的行动的东西”等。贝塔朗菲(L.V.Bertalanffy)把“系统”定义为“相互作用的诸要素的综合体”。

一般系统论则试图给一个能描述各种系统共同特征的一般的系统定义,通常把系统定义为:系统是由若干要素以一定结构形式联结构成的具有某种特定功能的有机整体。或者更简练的表述为“系统是有关系的集合(图 1-1)”。而系统本身又是它所从属的一个更大系统的组成部分。

在这个定义中包括了系统、要素、结构、功能四个概念及其相互间的关系和要素与结构、结构与功能、功能与环境三个层次的关系。

例如,改锥、钳子、镊子、勺子、叉子、筷子等日常用品(图 1-2),只有筷子是直接的具有系统功能的最简单系统,改锥、钳子、镊子经过拆解分析也可以看作系统,而上述其他工具自身不具有系统特征。但仍然可以用系统方法处理,如工具类、餐具类等。

关于系统的内涵可从以下几个方面来理解。

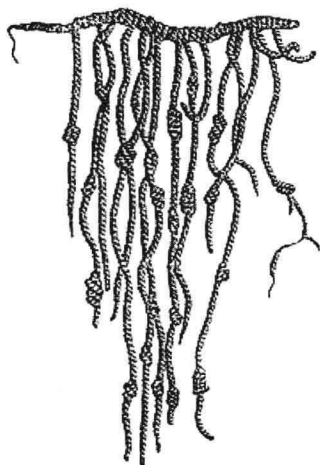


图 1-1 系统—有关系的集合

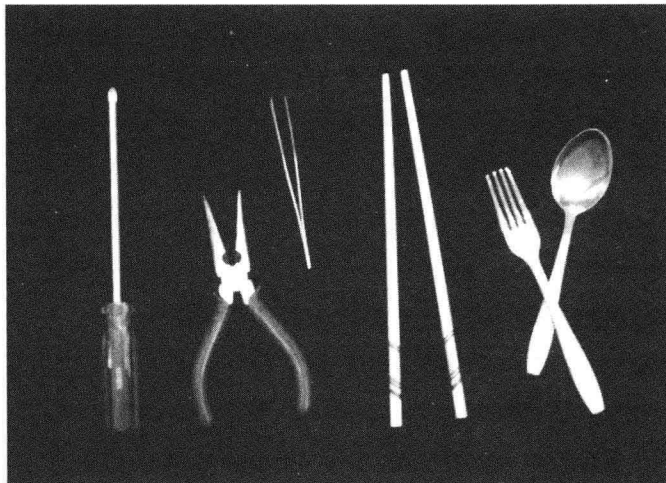


图 1-2 日常用品

(1) 系统是由多个事物构成的，是一种有序的集合体。单一的事物元素，是不能作为系统来看待的，如一个零件、一个方法、一个步骤等只能看作组成系统的要素。

(2) 系统中的各个构成元素是相互作用、相互依存的。无关事物的总合不能算作系统。比如就家庭这个系统而言，张家的小孩与张家是一个家庭，李家的小孩虽然与张家的小孩一块玩耍但不属于张家。

(3) 某事物是否是系统并不是绝对的，这要从看待该事物的角度而定。如从生产线的观点看，某生产线的一部机器不是系统，而只是该生产线系统中的一个元素。但从这台机器的角度看，该机器的各零部件则构成了该机器系统。换句话说，当一事物可以拆解且拆解来看时，该事物就构成了事物系统本身。

系统通过边界与周围环境相分离，而成为一种特定的集合，又通过输入和输出信息与周围环境相联系。在输入与输出之间有一个转换的过程，系统的作用也就在此。因此，一个系统不是孤立地存在的，它总要与周围的其他事物发生关系。使物质、能量或信息有序地在系统中流动、转换，系统接受环境的影响（输入），同时又对环境施以影响（输出）。例如，工业设计活动系统与市场营销活动和生产工艺活动密不可分。

各行各业性质不同，对系统有不同的表述，诸如：体系、系统、体制、制度、方式、秩序、机构、组织等。对系统的一般认识：宇宙星系、银河系、太阳系、亚洲国家、张家、元素周期表、城市供水系统、城市供暖系统、自行车刹车系统、自行车转向系统、电路系统、机械系统等，如图 1-3 所示的宇宙星系。

工业设计学科是一门由科学技术、美学艺术、人机工程以及市场经济、创新思维与表达技能相结合的边缘学科。主要处理机器与人、环境、社会、文化之间诸矛盾的关系，使之达到平衡与和谐，将产品的内在功能与结构和产品的外在造型与形象有机结合而实现合艺术规律性与合实用目的性的统一的自由形式。其知识结构类似于“钢丝绳”或“麻花”结构，如图 1-4 所示，是一门多学科交叉的系统特征非常明显的综合性边缘学科，需要系统科学作为理论指导。因此，学习产品系统设计对工业设计具有特殊意义。

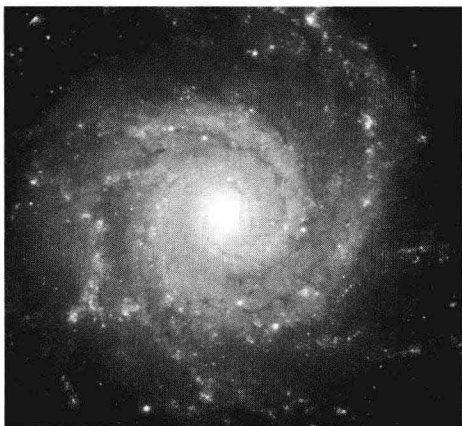


图 1-3 宇宙星系



图 1-4 “麻花”结构

1.1.2 贝塔朗菲对系统及其基本原理的数学描述

如何认识系统呢？对于任何一个“复杂”事物的组成“要素”的复合体，可有三种不同的区分方式。

- (1) 按照要素的数目来区分。
- (2) 按照要素的种类来区分。
- (3) 按照要素的关系来区分。

我们将任何一个“复杂”事物的数目、种类、关系认识清楚了，也就认识了复杂事物。

简单的图示可以清楚地说明这个论点（如图 1-5）。图中 a 和 b 表示不同的复合体。

在（1）和（2）两种情况下，复合体可理解为各个孤立要素的总和。

在（3）这种情况下，就不仅要知道各个要素，而且还要知道它们之间的关系（结构—系统）。

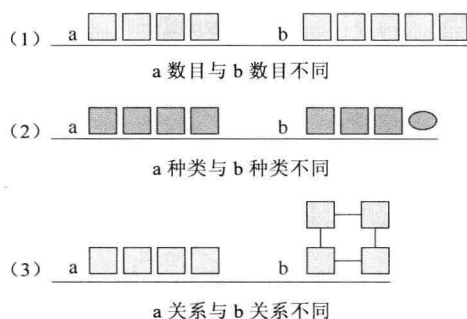


图 1-5 系统的数学描述

1.2 系统的组织

系统的组织由系统中的组成要素通过系统结构有机形成，其组织体系主要包括系统要素、结构、子系统、系统层次等。

1.2.1 系统要素

1.2.1.1 系统由要素组成

系统是由要素组成的，要素是系统的最基本的成分，因此，要素也就是系统存在的基础。

例如：由电池、电动轮箍、自行车车架、链条、飞轮、手闸、车座、车把等零部件组装的产品就构造出了电动自行车。

在系统中，有些要素处于中心地位，支配和决定整个系统的行为，这就是中心要素；还有一些要素处于非中心、被支配的地位，称之为非中心要素。

产品是由属于该产品的零部件组装而成，认识产品系统要素的办法之一是分解产品为零件或部件。并对零件或部件的功能、结构进行比较。如图 1-6 所示的吸油烟机产品系统的零件要素。

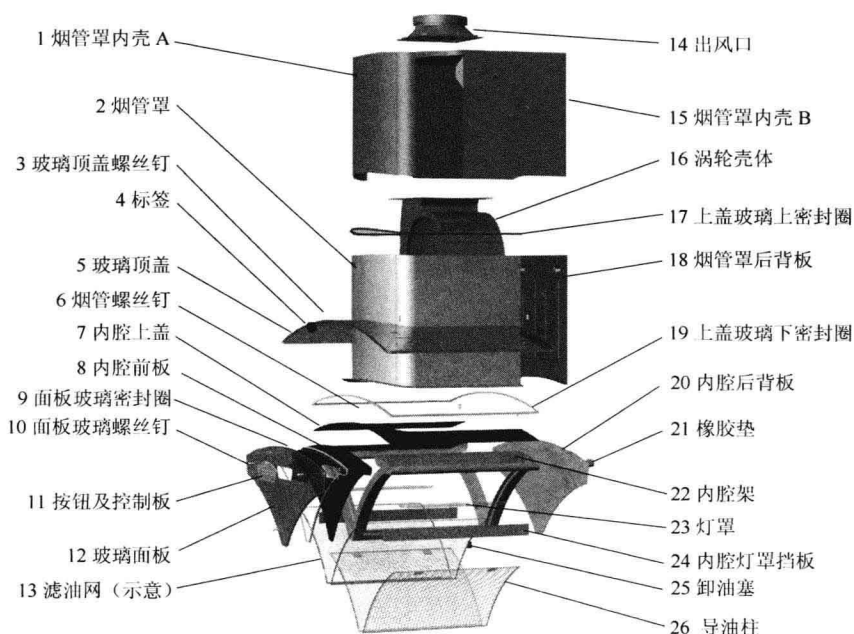


图 1-6 吸油烟机产品要素

1.2.1.2 系统的性质由要素决定

系统的性质是由要素决定的，有什么样的要素，就有什么样的系统。

例如，自行车的性质与助力车的性质有所不同。自行车完全靠人力骑行，而助力车有助力单元。

当汽车的外观组成要素大量采用相对柔性的“曲线”和“曲面”要素时，汽车的造型表现出流畅、华丽、高贵、柔美的产品流线造型风格特征，如图 1-7 所示。当汽车的外观组成要素大量采用相对硬朗的“直线”和“平面”要素时，汽车的造型表现出刚烈、硬朗、有力的产品造型风格特征，如图 1-8 所示。



图 1-7 阴柔、华丽的产品造型风格



图 1-8 阳刚、硬朗的产品造型风格

1.2.2 系统结构及其特性

1.2.2.1 系统结构

系统结构是指系统内部各组成要素之间的相互联系、相互作用的方式或秩序，即各要素在时

间或空间上排列和组合的具体形式。结构是对系统内在关系的综合反映,是系统保持整体性及具有一定功能的内在依据。系统的性质取决于要素的结构,结构的好坏是由要素之间的协调作用直接体现出来的。系统的性质取决于要素的结构。优质的要素如果协调得不好,形成的结构可能不是最优的;但是,质量差一些的要素,如果协调的好,则可能形成优异的结构,从而决定出质量较优的系统。

例如,树的系统结构有 4 个组成部分:树根、树干、树枝、树叶自下而上按有机生长规律排列。如图 1-9 所示的树的有机生长规律反映了树的结构。

大众汽车公司 PQ35 平台上采用不同车身结构设计生产出了两厢(见图 1-10)和三厢宝来轿车、途安小型 MPV、开迪货运车、小型 SUV-TIGUAN(见图 1-11)、速腾、明锐、高尔伏等众多车型。

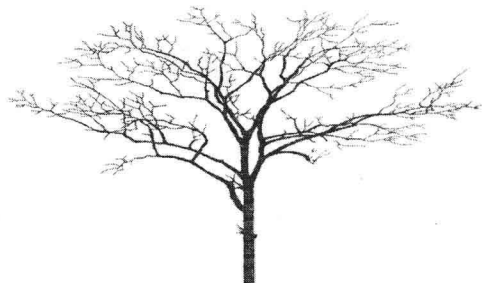


图 1-9 树的有机生长规律



图 1-10 大众高尔伏



图 1-11 大众 TIGUAN

现在的移动通信系统,包含了各个要素,其中包括手机、中继站、卫星传送等。将这些要素连接起来,形成网络,便构成了一个完整的通信系统。这个无形的网络,即是这个系统的结构。因此,了解系统的结构有着关键的意义。

认识产品系统结构的办法之一是分解与组装产品。如图 1-12 所示的产品结构解剖。

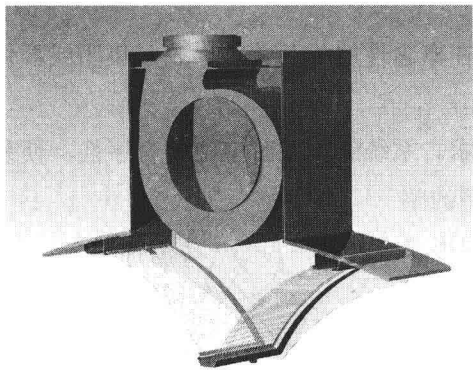


图 1-12 产品结构解剖

因此,处理好要素与要素、要素与系统之间的结构关系,对于系统的功能和性质至关重要。这就体现出系统设计的重要意义。

1.2.2.2 系统结构特性

系统结构具有以下 3 个基本特性:有序性、协调性、稳定性。

(1) 有序性。任何系统都是按照一定的时空状态体现出来的。有序性是客观事物存在和运动中表现出来的稳定性、规则性、重复性和相互的因果关联性,而无序性则表现为不稳定性、不规则性、随机性和彼此间的相互独立性。

人类理性的功能主要在于抓取对象世界中的有序性以形成关于世界的规律性的认识,而无序性则是它难以对付的。经典科学的世界观认为有序性(体现为必然规律)构成世界的本质,而无序性(体现为